

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-257556
 (43)Date of publication of application : 16.09.2004

(51)Int.Cl. F16C 33/64
 B60B 35/18
 F16C 19/18
 F16C 19/38
 F16C 33/32
 F16C 33/36
 F16C 33/62

(21)Application number : 2004-030724 (71)Applicant : NTN CORP
 (22)Date of filing : 06.02.2004 (72)Inventor : FUNABASHI EIJI
 SHINAGAWA HIDEO
 OKI TSUTOMU

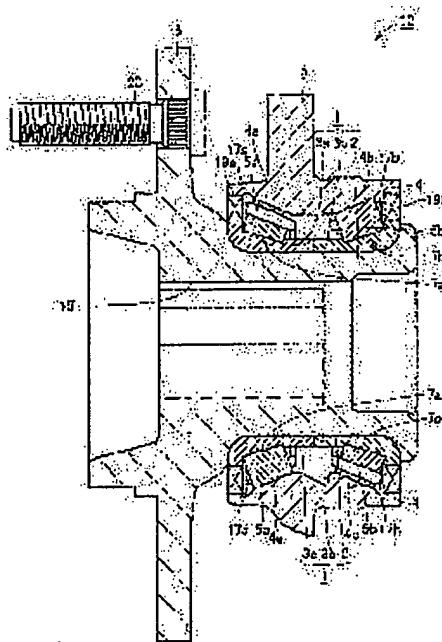
(30)Priority
 Priority number : 2003029396 Priority date : 06.02.2003 Priority country : JP

(54) WHEEL AXLE BEARING DEVICE AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a wheel bearing device having high-degree anti-cracking strength and size stability and being excellent in a rolling fatigue durability.

SOLUTION: The wheel bearing device 10 consists of an external member 4 provided on an inner circumference with a double row comprising rolling surfaces 4a and 4b, an internal member 1 having rolling surfaces 7a and 7b opposed to a double row comprising the rolling surfaces 4a and 4b, respectively, and a plurality of tapered rollers 5a and 5b situated between the external member 4 and the internal member 1. A wheel mounting flange 8 is situated at one of the external member 4 and the internal member 1. At least one member of the inner rings 3a, 3b, and the tapered rollers 5a and 5b has a nitrogen enriched layer. The particle size number of the old austenite crystal grain of the member is numbered in a range exceeding No.10.



【特許請求の範囲】**【請求項1】**

内周に複列の転走面を有する外方部材と、
前記複列の転走面の各々に対向する転走面を有する内方部材と、
前記外方部材と前記内方部材との間に介在する複数の転動体からなり、
前記外方部材または前記内方部材のいずれか一方に車輪取付けフランジを設けた車輪軸受装置であって、
前記外方部材、前記内方部材、および前記転動体のうち少なくともいずれか1つの部材が窒素富化層を有し、その部材の旧オーステナイト結晶粒の粒度番号が10番を超える範囲にある、車輪軸受装置。

【請求項2】

内周に複列の転走面を有する外方部材と、
前記複列の転走面の各々に対向する転走面を有する内方部材と、
前記外方部材と前記内方部材との間に介在する複数の転動体からなり、
前記外方部材または前記内方部材のいずれか一方に車輪取付けフランジを設けた車輪軸受装置であって、
前記外方部材、前記内方部材、および前記転動体のうち少なくともいずれか1つの部材が窒素富化層を有し、破壊応力値が2650 MPa以上である、車輪軸受装置。

【請求項3】

内周に複列の転走面を有する外方部材と、
前記複列の転走面の各々に対向する転走面を有する内方部材と、
前記外方部材と前記内方部材との間に介在する複数の転動体からなり、
前記外方部材または前記内方部材のいずれか一方に車輪取付けフランジを設けた車輪軸受装置であって、
前記外方部材、前記内方部材、および前記転動体のうち少なくともいずれか1つの部材が窒素富化層を有し、その部材の水素含有率が0.5 ppm以下である、車輪軸受装置。

【請求項4】

前記転動体が円すいころである、請求項1～3のいずれかに記載の車輪軸受装置。

【請求項5】

前記転動体がボールである、請求項1～3のいずれかに記載の車輪軸受装置。

【請求項6】

内周に複列の転走面を有する外方部材と、
前記複列の転走面の各々に対向する転走面を有する内方部材と、
前記外方部材と前記内方部材との間に介在する複数の転動体からなり、
前記外方部材または前記内方部材のいずれか一方に車輪取付けフランジを設けた車輪軸受装置の製造方法であって、
 A_1 変態点を超える浸炭窒化処理温度で鋼を浸炭窒化処理した後、 A_1 変態点未満の温度に冷却し、その後、前記 A_1 変態点以上で前記浸炭窒化処理の温度未満の焼入れ温度域に再加熱し、焼入れを行うことにより、前記外方部材、前記内方部材、および前記転動体のうち少なくともいずれか1つの部材が製造されることを特徴とする、車輪軸受装置の製造方法。

【請求項7】

前記再加熱時の前記焼入れ温度域が790°C～830°Cの温度域である、請求項6に記載の車輪軸受装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、車輪軸受装置およびその製造方法に関し、転動疲労特性が長寿命で、高度の耐割れ強度や耐経年寸法変化を有する車輪軸受装置およびその製造方法に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

アンギュラ玉軸受やころ軸受は、転動体と軌道輪と保持器とで構成される。転動体が軌道輪の間を転動する際には、転動体と軌道輪とが点接触あるいは線接触する構造であるため、軸受投影面積が小さい割に高負荷容量と高剛性が得られる利点を有している。したがって、自動車における車輪軸受装置に使用されている。

【0003】

自動車における軸受部品の転動疲労に対して、長寿命を与える熱処理方法として、焼入れ加熱時の雰囲気RXガス中にさらにアンモニアガスを添加するなどして、その軸受部品の表層部に浸炭窒化処理を施す方法がある（たとえば特開平8-4774号公報、特開平11-101247号公報）。この浸炭窒化処理法を用いることにより、表層部を硬化させ、ミクロ組織中に残留オーステナイトを生成させ、転動疲労寿命を向上させることができる。

【特許文献1】特開平8-4774号公報

【特許文献2】特開平11-101247号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、自動車の車輪軸受装置には、主に重力に基づくラジアル荷重が加わる。このラジアル荷重により、車輪軸受装置における内輪および外輪と転動体との接触部の面圧が高くなる。さらに、自動車の旋回時の遠心力に基づいて、タイヤの外周面と路面との摩擦によって、タイヤの設置面を自動車の幅方向に対して中央側に押圧する方向（スラスト方向）の荷重が加わる。このスラスト方向の荷重は、ハブを曲げようとするモーメント荷重となるので、自動車の車輪軸受装置における転動体には、モーメント荷重とラジアル荷重とを合わせた荷重が加わる。モーメント荷重の方向とラジアル荷重の方向と同じになる位置においては、車輪軸受装置における内輪および外輪と転動体との接触部の面圧が高くなる。また、最近の自動車の車輪軸受装置においては、小型化・軽量化が要求されており、転動疲労寿命の向上が必要である。

【0005】

上記の浸炭窒化処理方法は炭素および窒素を拡散させる拡散処理であるため、長時間高温に保持する必要がある。このため、組織が粗大化する等して耐割れ強度の向上を図ることは困難である。また、残留オーステナイトの増加による経年寸法変化率の増大も問題となる。

【0006】

一方、転動疲労に対して長寿命を確保し、割れ強度を向上させ、経年寸法変化率の増大を防ぐために、鋼の合金設計により組成を調整することによって対処することが可能である。しかし合金設計によると、原材料コストが高くなるなどの問題点が発生する。

【0007】

今後の軸受部品には、使用環境の高荷重化、高温化に伴い、従来と比較してより大きな荷重条件でかつより高温で使用できる特性を備えることが要求される。このため、高強度で、転動疲労特性が長寿命で、高度の耐割れ強度と寸法安定性とを有する軸受部品が必要になる。

【0008】

したがって本発明は、高度の耐割れ強度と寸法安定性とを有し、転動疲労寿命に優れた車輪軸受装置およびその製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0009】**

本発明の一の局面にしたがう車輪軸受装置は、内周に複列の転走面を有する外方部材と、複列の転走面の各々に対向する転走面を有する内方部材と、外方部材と内方部材との間に介在する複数の転動体からなり、外方部材または内方部材のいずれか一方に車輪取付け

フランジを設けた車輪軸受装置である。外方部材、内方部材、および転動体のうち少なくともいずれか1つの部材が窒素富化層を有し、その部材の旧オーステナイト結晶粒の粒度番号が10番を超える範囲にある。

【0010】

本発明の一の局面によれば、外方部材、内方部材、および転動体のうち少なくともいずれか1つの部材の旧オーステナイト粒径が微細であることにより、耐割れ強度、寸法安定性および転動疲労寿命が大幅に改良される。旧オーステナイト粒径の粒度番号が10番以下では、転動疲労寿命は大きく改善されないので、10番を超える範囲とする。通常、11番以上とする。旧オーステナイト粒径は細かいほど望ましいが、通常、13番を超える粒度番号を得ることは難しい。なお、車輪軸受装置の外方部材、内方部材および転動体の旧オーステナイト粒は、浸炭窒化処理の影響を大きく受けている表層部でも、それより内側の内部でも変化しない。したがって、上記の結晶粒度番号の範囲の対象となる位置は、表層部および内部とする。また、上記窒素富化層は、あとで説明するように、浸炭窒化処理により形成されるが、上記窒素富化層に炭素が富化されていてもよいし、富化されていてもよい。

【0011】

なお、オーステナイト結晶粒は、対象とする部材の金相試料に対してエッチングなど、粒界を顕出する処理を施して観察することができる粒界であればよい。低温焼入れ直前の加熱された時点での粒界という意味で、上記のように旧オーステナイト粒と呼ぶ場合がある。測定は、JIS規格の粒度番号の平均値から平均粒径に換算して求めてもよいし、切片法などにより金相組織に重ねたランダム方向の直線が粒界と会合する間の間隔長さの平均値をとってもよい。

【0012】

本発明の他の局面にしたがう車輪軸受装置は、内周に複列の転走面を有する外方部材と、複列の転走面の各々に対向する転走面を有する内方部材と、外方部材と内方部材との間に介在する複数の転動体からなり、外方部材または内方部材のいずれか一方に車輪取付けフランジを設けた車輪軸受装置である。外方部材、内方部材、および転動体のうち少なくともいずれか1つの部材が窒素富化層を有し、破壊応力値が2650MPa以上である。

【0013】

本願発明者らは、鋼をA₁変態点を超える浸炭窒化処理温度で浸炭窒化処理した後、A₁変態点未満の温度に冷却し、その後にA₁変態点以上の焼入れ温度域に再加熱し焼入れを行なうことにより、窒素富化層を有する鋼の破壊応力値を、従来では得られなかつた2650MPa以上にできることを見出した。これにより、従来と比較して破壊応力値に優れ、それにより強度の高い車輪軸受装置を得ることができる。

【0014】

本発明のさらに他の局面にしたがう車輪軸受装置は、内周に複列の転走面を有する外方部材と、複列の転走面の各々に対向する転走面を有する内方部材と、外方部材と内方部材との間に介在する複数の転動体からなり、外方部材または内方部材のいずれか一方に車輪取付けフランジを設けた車輪軸受装置である。外方部材、内方部材、および転動体のうち少なくともいずれか1つの部材が窒素富化層を有し、その部材の水素含有率が0.5ppm以下である。

【0015】

本発明のさらに他の局面によれば、水素に起因する鋼の脆化を軽減することができる。鋼の水素含有率が0.5ppmを超えると鋼の割れ強度は低下する。したがってこのような鋼は、苛酷な荷重が加わる車輪軸受装置にはあまり適さなくなる。水素量は低いほうが望ましい。しかし、0.3ppm未満に減らすためには長時間の加熱が必要になり、旧オーステナイト粒径が粗大化し、かえって韌性が低下してしまう。このため、より望ましい水素含有率は0.3~0.5ppmの範囲である。さらに望ましくは、0.35~0.45ppmの範囲である。

【0016】

なお、上記の水素含有率は、拡散性水素は測定の対象にはせず、所定温度以上で鋼から放出される非拡散性水素のみを測定の対象とするものである。サンプルサイズが小さければ、常温でもサンプルから放出され散逸してしまうので、拡散性水素量は測定の対象から外している。非拡散性水素は、鋼中の欠陥部などにトラップされており、所定の加熱温度以上ではじめてサンプルから放出される水素である。この非拡散性水素に限定しても、水素含有率は測定方法によって大きく変動する。上記の水素含有率範囲は熱伝導度法による測定方法による範囲である。さらに、後記するように、L E C O 社製DH-103型水素分析装置またはそれに準じる測定装置を用いて測定することが望ましい。

【0017】

上記の車輪軸受装置は、転動体が円すいころまたはボールである。

【0018】

これにより、簡易な構成で車輪軸受装置が構成され、かつ高度の耐割れ強度と寸法安定性とを有し、転動疲労寿命に優れた車輪軸受装置が得られる。

【0019】

本発明の車輪軸受装置の製造方法は、内周に複列の転走面を有する外方部材と、複列の転走面の各々に対向する転走面を有する内方部材と、外方部材と内方部材との間に介在する複数の転動体からなり、外方部材または内方部材のいずれか一方に車輪取付けフランジを設けた車輪軸受装置の製造方法である。鋼をA₁変態点を超える浸炭窒化処理温度で浸炭窒化処理した後、A₁変態点未満の温度に冷却し、その後、A₁変態点以上で浸炭窒化処理の温度未満の焼入れ温度域に再加熱し、焼入れを行なうことにより、外方部材、内方部材、および転動体のうち少なくともいずれか1つが製造される。

【0020】

本発明の車輪軸受装置の製造方法によれば、浸炭窒化処理後A₁変態点未満の温度に冷却した後に最終的な焼入れを行なうので、旧オーステナイト粒径を細かくすることができる。この結果、シャルピー衝撃値、破壊韌性値、割れ強度、転動疲労寿命などを向上させることができる。

【0021】

さらに、たとえばオーステナイトが変態する温度にまで冷却することにより、浸炭窒化処理の際の旧オーステナイト粒界と最終焼入れの際のオーステナイト粒界とを無関係にすることができる。また、鉄-炭素2元状態図から、セメンタイトとオーステナイトとの共存領域において、焼入れ温度の低下に伴いオーステナイトに固溶する炭素濃度は低くなる

【0022】

最終焼入れ温度に加熱したとき、その加熱温度が低いために、旧オーステナイト粒は微細となる。また、焼入れによってオーステナイトからマルテンサイトやベイナイトに変態した組織は炭素濃度が低いので、浸炭窒化処理温度から焼き入れた組織に比べて韌性に富んだ組織となる。

【0023】

本発明の車輪軸受装置の製造方法において好ましくは、再加熱時の焼入れ温度域が790℃～830℃の温度域である。

【0024】

この構成により、旧オーステナイト結晶粒の成長が生じにくい温度に再加熱して焼入れるので、旧オーステナイト粒径を細かくすることができる。

【発明の効果】

【0025】

本発明の車輪軸受装置によれば、軸受部品は、窒素富化層が形成された上で、旧オーステナイト粒径が粒度番号で10番を超えるように微細化され、水素含有率も低減される。このため、車輪軸受装置の転動疲労寿命が大きく改善され、優れた耐割れ強度や耐経年寸法変化を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

次に図面を用いて本発明の実施の形態について説明する。

【0027】

(実施の形態 1)

図1は、本発明の実施の形態1における車輪軸受装置を示す概略断面図である。図2は、図1の要部拡大図である。

【0028】

図1および図2を参照して、車輪軸受装置10は、ホイール28およびタイヤ29などの回転側部材を、外方部材4などの固定側部材に対して回転可能に支持するものである。この車輪軸受装置10は、外方部材4と、内方部材1と、転動体である複数個の円すいころ5a、5bとを備えている。外方部材4は内方部材1の周囲に配置されている。円すいころ5a、5bは内方部材1と外方部材4との間に介在している。

【0029】

外方部材4は、内周面に複列の転走面4a、4bを有している。本実施の形態においては、複列の転走面4a、4bは、外方部材4の内周面に直接形成されている。

【0030】

内方部材1は、ハブ輪2と内輪3a、3bとからなる。ハブ輪2の外周面の中央部には内輪3aがハブ輪2に外嵌固定されている。ハブ輪2の外周面の内端側(図2中右側)には内輪3bがハブ輪2に外嵌固定されている。これにより、ハブ輪2と内輪3a、3bとは一体化して内方部材1を形成している。内方部材1は、複列の転走面4a、4bの各々に対向する複列の転走面7a、7bを有している。転走面4a、4bおよび転走面7a、7bにより形成される転走面はテーパ状である。本実施の形態においては、複列の転走面7a、7bは、内輪3a、3bの外周面に形成されている。

【0031】

第1列(図2中中央部)の円すいころ5aは、第1の保持器17aにより転動自在に保持されて、外方部材4と内輪3aとの間に固定されている。第2列(図2中右側)の円すいころ5bは、第2の保持器17bにより転動自在に保持されて、外方部材4と内輪3bとの間に固定されている。この構成により、内方部材1は外方部材4に対して回転自在に保持されている。

【0032】

ハブ輪2の中心部にはスプライン孔15が設けられていて、等速ジョイントのステム軸27がスプライン孔15に係合可能となっている。また、ハブ輪2の軸方向外側(図中左側)には、車輪取付けフランジ8が設けられている。車輪取付けフランジ8に嵌合されたハブボルト20によって、ホイール28およびタイヤ29がハブ輪2に回転支持されている。また、外方部材4は外周面の軸方向中央部に車体取付けフランジ9を有している。車体取付けフランジ9により、外方部材4はナックルなどの懸架装置(図示なし)に固定されている。

【0033】

なお、外方部材4の内周面の両端部とハブ輪2の外周面の中央部および内端部との間には、シールリング19a、19bが設置されている。これにより、円すいころ5a、5bが保持されている空間と外部とが遮断されている。

【0034】

本実施の形態においては、車輪軸受装置10を構成している内輪3a、3bおよび円すいころ5a、5bのうち少なくとも1つの部材が窒素富化層を有し、その部材の旧オーステナイト結晶粒の粒度番号が10番を超える範囲にある。

【0035】

本実施の形態においては、車輪軸受装置10を構成している内輪3a、3bおよび複数個の円すいころ5a、5bのうち少なくとも1つの部材が窒素富化層を有し、破壊応力値が2650 MPa以上である。

【0036】

本実施の形態においては、車輪軸受装置10を構成している内輪3a、3bおよび複数個の円すいころ5a、5bのうち少なくとも1つの部材が窒素富化層を有し、その部材の水素含有率が0.5ppm以下である。

【0037】

次に、車輪軸受装置10を構成している内輪3a、3bおよび円すいころ5a、5bのうち少なくとも1つの部材に行なう浸炭窒化処理を含む熱処理について説明する。

【0038】

図3は、本発明の実施の形態1における熱処理方法を説明する図である。また、図4は、本発明の実施の形態1における熱処理方法の変形例を説明する図である。図3は1次焼入れおよび2次焼入れを行なう方法を示す熱処理パターンであり、図4は焼入れ途中で材料をA₁変態点温度未満に冷却し、その後、再加熱して最終的に焼入れる方法を示す熱処理パターンである。どちらも本発明の実施の態様例である。これらの図において、処理T₁では鋼の素地に炭素や窒素を拡散させた炭素の溶け込みを十分に行なった後、A₁変態点未満に冷却する。次に、図中の処理T₂において、処理T₁よりも低温に再加熱し、そこから油焼入れを施す。

【0039】

上記の熱処理は、普通焼入れ、すなわち浸炭窒化処理に引き続いてそのまま1回焼入れするよりも、材料の表層部分を窒素富化しつつ、割れ強度を向上させ、経年寸法変化率を減少することができる。上記の熱処理方法によれば、旧オーステナイト結晶粒の粒径が従来の2分の1以下となるミクロ組織を得ることができる。したがって、本実施の形態における車輪軸受装置10に上記の熱処理を施すことにより、車輪軸受装置10の転動疲労特性が長寿命となり、割れ強度が向上し、経年寸法変化率が減少する。

【0040】

なお、水素含有率のみを本発明の範囲に入れる場合には、T₂温度である2次焼入温度を浸炭窒化処理の加熱温度T₁(1次焼入温度)より低くする必要はなく、2次焼入温度T₂を1次焼入温度T₁以上にしてもよい。すなわち、T₂がT₁より高くても水素含有率は本発明の範囲内に入れることができる。しかし、2次焼入温度を1次焼入温度未満とすることにより、水素含有率を低減した上で、さらに旧オーステナイト粒径が粒度番号10番を超えるようにすることができる。したがって、T₂がT₁未満であることが望ましい。

【0041】

上記の熱処理のどちらによっても、その中の浸炭窒化処理により「浸炭窒化処理層」である窒素富化層が形成される。浸炭窒化処理において素材となる鋼の炭素濃度が高いため、通常の浸炭窒化処理の雰囲気から炭素が鋼の表面に侵入しにくい場合がある。たとえば炭素濃度が高い鋼の場合(1wt%程度の鋼)、それ以上高い炭素濃度の浸炭層が生成する場合もあるし、それ以上高い炭素濃度の浸炭層は生成しにくい場合がある。しかし、窒素濃度は、Cr濃度などにも依存するが、通常の鋼では最大限0.025wt%程度以下と低いので、素材の鋼の炭素濃度によらず窒素富化層が明瞭に生成される。上記窒素富化層には炭素が富化されていてもよいことはいうまでもない。

【0042】

図5は車輪軸受装置における部材のミクロ組織、とくに旧オーステナイト粒を示す図である。図5(a)は本発明例の軸受部品であり、図5(b)は従来の軸受部品である。すなわち、上記図3に示す熱処理パターンを適用した軸受鋼の旧オーステナイト結晶粒度を図5(a)に示す。また、比較のため、従来の熱処理方法による軸受鋼の旧オーステナイト結晶粒度を図5(b)に示す。また、図6(a)および図6(b)は、上記図5(a)および図5(b)を図解した旧オーステナイト結晶粒界を示す図である。これら旧オーステナイト結晶粒度を示す組織より、従来の旧オーステナイト粒径はJIS規格の粒度番号で10番であり、また本発明による熱処理方法によれば12番の細粒を得ることができる。また、図5(a)の平均粒径は、切片法で測定した結果、5.6μmであった。

【0043】

(実施の形態2)

図7は、本発明の実施の形態2における車輪軸受装置を示す概略断面図である。

【0044】

図7を参照して、本実施の形態における車輪軸受装置10においては、複列の転走面7aは、ハブ輪2の外周面に直接形成されている。

【0045】

なお、これ以外の構成については図1および図2に示す実施の形態1の構成とほぼ同じであるため、同一の構成要素については同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0046】

本実施の形態においては、車輪軸受装置10を構成している内輪3bおよび円すいころ5a、5bのうち少なくとも1つの部材が窒素富化層を有し、その部材の旧オーステナイト結晶粒の粒度番号が10番を超える範囲にある。

【0047】

本実施の形態においては、車輪軸受装置10を構成している内輪3bおよび円すいころ5a、5bのうち少なくとも1つの部材が窒素富化層を有し、破壊応力値が2650MPa以上である。

【0048】

本実施の形態においては、車輪軸受装置10を構成している内輪3bおよび円すいころ5a、5bのうち少なくとも1つの部材が窒素富化層を有し、その部材の水素含有率が0.5ppm以下である。

【0049】

(実施の形態3)

図8は、本発明の実施の形態3における車輪軸受装置の一部を示す概略断面図である。

【0050】

図8を参照して、本実施の形態における車輪軸受装置10においては、外方部材が外輪14となっている。外方部材である外輪14は、ナックルなどの懸架装置に圧入固定されている。複列の転走面4a、4bは、外輪14の内周面に形成されている。内方部材は、図示しないハブ輪と内輪3a、3bとからなる。

【0051】

なお、これ以外の構成については図1および図2に示す実施の形態1の構成とほぼ同じであるため、同一の構成要素については同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0052】

本実施の形態においては、車輪軸受装置10を構成している外輪14、内輪3a、3bおよび円すいころ5a、5bのうち少なくとも1つの軸受部材について、上記の浸炭窒化処理を含む熱処理が行なわれる。これにより、車輪軸受装置10の転動疲労特性が長寿命となり、割れ強度が向上し、経年寸法変化率が減少する。

【0053】

本実施の形態においては、車輪軸受装置10を構成している外輪14、内輪3a、3bおよび円すいころ5a、5bのうち少なくとも1つの部材が窒素富化層を有し、その部材の旧オーステナイト結晶粒の粒度番号が10番を超える範囲にある。

【0054】

本実施の形態においては、車輪軸受装置10を構成している外輪14、内輪3a、3bおよび円すいころ5a、5bのうち少なくとも1つの部材が窒素富化層を有し、破壊応力値が2650MPa以上である。

【0055】

本実施の形態においては、車輪軸受装置10を構成している外輪14、内輪3a、3bおよび円すいころ5a、5bのうち少なくとも1つの部材が窒素富化層を有し、その部材の水素含有率が0.5ppm以下である。

【0056】

(実施の形態4)

図9は、本発明の実施の形態4における車輪軸受装置を示す概略断面図である。

【0057】

図9を参照して、本実施の形態における車輪軸受装置10は、外方部材4と、内方部材1と、複数個の玉5c、5dとを備えている。第1列(図9中中央部)の玉5cは、第1の保持器17aにより転動自在に保持されて、外方部材4と内輪3aとの間に固定されている。第2列(図9中右側)の玉5dは、第2の保持器17bにより転動自在に保持されて、外方部材4と内輪3bとの間に固定されている。

【0058】

なお、これ以外の構成については図1および図2に示す実施の形態1の構成とほぼ同じであるため、同一の構成要素については同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0059】

本実施の形態においては、車輪軸受装置10を構成している外方部材4、内輪3a、3bおよび玉5c、5dのうち少なくとも1つの軸受部材について、上記の浸炭窒化処理を含む熱処理が行なわれる。これにより、車輪軸受装置10の転動疲労特性が長寿命となり、割れ強度が向上し、経年寸法変化率が減少する。

【0060】

本実施の形態においては、車輪軸受装置10を構成している外方部材4、内輪3a、3bおよび玉5c、5dのうち少なくとも1つの部材が窒素富化層を有し、その部材の旧オーステナイト結晶粒の粒度番号が10番を超える範囲にある。

【0061】

本実施の形態においては、車輪軸受装置10を構成している外方部材4、内輪3a、3bおよび玉5c、5dのうち、少なくとも1つの部材が窒素富化層を有し、破壊応力値が2650MPa以上である。

【0062】

本実施の形態においては、車輪軸受装置10を構成している外方部材4、内輪3a、3bおよび玉5c、5dのうち少なくとも1つの部材が窒素富化層を有し、その部材の水素含有率が0.5ppm以下である。

【0063】

(実施の形態5)

図10は、本発明の実施の形態5における車輪軸受装置の一部を示す概略断面図である

【0064】

図10を参照して、本実施の形態における車輪軸受装置10においては、外方部材が外輪14となっている。外方部材である外輪14は、ナックルなどの懸架装置に圧入固定されている。複列の転走面4a、4bは、外輪14の内周面に形成されている。内方部材は、図示しないハブ輪と内輪3a、3bとからなる。

【0065】

なお、これ以外の構成については図9に示す実施の形態4の構成とほぼ同じであるため、同一の構成要素については同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0066】

本実施の形態においては、車輪軸受装置10を構成している外輪14、内輪3a、3bおよび玉5c、5dのうち少なくとも1つの軸受部材について、上記の浸炭窒化処理を含む熱処理が行なわれる。これにより、車輪軸受装置10の転動疲労特性が長寿命となり、割れ強度が向上し、経年寸法変化率が減少する。

【0067】

本実施の形態においては、車輪軸受装置10を構成している外輪14、内輪3a、3bおよび玉5c、5dのうち少なくとも1つの部材が窒素富化層を有し、その部材の旧オーステナイト結晶粒の粒度番号が10番を超える範囲にある。

【0068】

本実施の形態においては、車輪軸受装置10を構成している外輪14、内輪3a、3bおよびの円すいころ5a、5bのうち少なくとも1つの部材が窒素富化層を有し、破壊応

力値が2650 MPa以上である。

【0069】

本実施の形態においては、車輪軸受装置10を構成している外輪14、内輪3a、3bおよび玉5c、5dのうち少なくとも1つの部材が窒素富化層を有し、その部材の水素含有率が0.5 ppm以下である。

【実施例】

【0070】

次に本発明の実施例について説明する。

【0071】

(実施例1)

JIS規格SUJ2材(1.0重量%C-0.25重量%Si-0.4重量%Mn-1.5重量%C)を用いて、本発明の実施例1を行なった。表1に示した各試料の製造履歴を以下に示す。

【0072】

【表1】

試料	A	B	C	D	E	F	従来浸炭 窒化処理品	普通 焼入品
二次焼入 温度(°C)	780 ¹⁾	800	815	830	850	870	-	-
水素量 (ppm)	-	0.37	0.40	0.38	0.42	0.40	0.72	0.38
結晶粒度 (JIS)	-	12	11.5	11	10	10	10	10
シャルピー衝撃 値(J/cm ²)	-	6.65	6.40	6.30	6.20	6.30	5.33	6.70
破壊応力値 (MPa)	-	2840	2780	2650	2650	2700	2330	2770
転動疲労 寿命比(L ₁₀)	-	5.4	4.2	3.5	2.9	2.8	3.1	1

1) 今回は、焼入不足のため評価できなかった

【0073】

(試料A～D；本発明例)：浸炭窒化処理850°C、保持時間150分間。雰囲気は、RXガスとアンモニアガスとの混合ガスとした。図3に示す熱処理パターンにおいて、浸炭窒化処理温度850°Cから1次焼入れを行ない、次いで浸炭窒化処理温度より低い温度域780°C～830°Cに加熱して2次焼入れを行なった。ただし、2次焼入温度780°Cの試料Aは焼入不足のため試験の対象から外した。

(試料E、F；比較例)：浸炭窒化処理は、本発明例A～Dと同じ履歴で行ない、2次焼入れ温度を浸炭窒化処理温度850°C以上の850°C～870°Cで行なった。

(従来浸炭窒化処理品；比較例)：浸炭窒化処理850°C、保持時間150分間。雰囲気は、RXガスとアンモニアガスとの混合ガスとした。浸炭窒化処理温度からそのまま焼入れを行ない、2次焼入れは行なわなかった。

(普通焼入れ品；比較例)：浸炭窒化処理を行なわずに、850°Cに加熱して焼入れた。
2次焼入れは行なわなかった。

【0074】

上記の試料に対して、(1)水素量の測定、(2)結晶粒度の測定、(3)シャルピー衝撃試験、(4)破壊応力値の測定、(5)転動疲労試験、の各試験を行なった。次にこ

これらの試験方法について説明する。

【0075】

I 実施例1の試験方法

(1) 水素量の測定

水素量は、LECO社製DH-103型水素分析装置により、鋼中の非拡散性水素量を分析した。拡散性水素量は測定していない。このLECO社製DH-103型水素分析装置の仕様を下記に示す。

【0076】

分析範囲: 0.01~50.00 ppm

分析精度: ±0.1 ppm または ±3%H (いずれか大なるほう)

分析感度: 0.01 ppm

検出方式: 熱伝導度法

試料重量サイズ: 10mg~35g (最大: 直径12mm×長さ100mm)

加熱炉温度範囲: 50°C~1100°C

試薬: アンハイドロン Mg (C1O4)2 、アスカライト NaOH

キャリアガス: 窒素ガス、ガストーニングガス: 水素ガス、いずれのガスも純度99.99%以上、圧力40PSI (2.8kgf/cm²) である。

【0077】

測定手順の概要は以下のとおりである。専用のサンプラーで採取した試料をサンプラーごと上記の水素分析装置に挿入する。内部の拡散性水素は窒素キャリアガスによって熱伝導度検出器に導かれる。この拡散性水素は本実施例では測定しない。次に、サンプラーから試料を取り出し抵抗加熱炉内で加熱し、非拡散性水素を窒素キャリアガスによって熱伝導度検出器に導く。熱伝導度検出器において熱伝導度を測定することによって非拡散性水素量を知ることができる。

(2) 結晶粒度の測定

結晶粒度の測定は、JIS G 0551の鋼のオーステナイト結晶粒度試験方法に基づいて行なった。

(3) シャルピー衝撃試験

シャルピー衝撃試験は、JIS Z 2242の金属材料のシャルピー衝撃試験方法に基づいて行なった。試験片は、JIS Z 2202に示されたUノッチ試験片 (JIS 3号試験片) を用いた。なお、シャルピー衝撃値は、次式の吸収エネルギーEを断面積(0.8cm²)で除した値である。

【0078】

吸収エネルギー: E = WgR (cos β - cos α)

W: ハンマー重量 (= 25.438kg)

g: 重力加速度 (= 9.80665m/sec²)

R: ハンマー回転軸中心から重心までの距離 (= 0.6569m)

α: ハンマー持ち上げ角度 (= 146°) 、β: ハンマー降り上がり角度

(4) 破壊応力値の測定

図11は、静圧壊強度試験 (破壊応力値の測定) の試験片を示す図である。図中のP方向に荷重を負荷して破壊されるまでの荷重を測定する。その後、得られた破壊荷重を、下記に示す曲がり梁の応力計算式により応力値に換算する。なお、試験片は図11に示す試験片に限られず、他の形状の試験片を用いてもよい。

【0079】

図11の試験片の凸表面における繊維応力をσ₁、凹表面における繊維応力をσ₂とする。σ₁およびσ₂は下記の式によって求められる (機械工学便覧A4編材料力学A4-40)。ここで、Nは円環状試験片の軸を含む断面の軸力、Aは横断面積、e₁は外半径、e₂は内半径を表す。また、κは曲がり梁の断面係数である。

【0080】

$$\sigma_1 = (N/A) + \{M/(A\rho_0)\} [1 + e_1/\{\kappa(\rho_0 + e_1)\}]$$

$$\sigma_2 = (N/A) + \{M/(A\rho_0)\} [1 - e^2/\{\kappa(\rho_0 - e_2)\}]$$

$$\kappa = -(1/A) \int_A \{\eta/(\rho_0 + \eta)\} dA$$

(5) 転動疲労試験

転動疲労寿命試験の試験条件を表2に示す。また、図12は、転動疲労寿命試験機の概略図である。図12(a)は正面図であり、図12(b)は側面図である。

【0081】

図12(a)および(b)を参照して、転動疲労寿命試験片21は、駆動ロール11によって駆動され、ポール13と接触して回転している。ポール13は、(3/4)"のポールであり、案内ロール12にガイドされて、転動疲労寿命試験片21との間で高い面圧を及ぼし合いながら転動する。

【0082】

I I 実施例1の試験結果

(1) 水素量

浸炭窒化処理したままの従来浸炭窒化処理品は、0.72 ppmと非常に高い値となっている。これは、浸炭窒化処理の雰囲気に含まれるアンモニア(NH₃)が分解して水素が鋼中に侵入したためと考えられる。これに対して、試料B～Dは、水素量は0.37～0.40 ppmと半分近くまで減少している。この水素量は普通焼入れ品と同じレベルである。

【0083】

上記の水素量の低減により、水素の固溶に起因する鋼の脆化を軽減することができる。すなわち、水素量の低減により、本発明例の試料B～Dのシャルピー衝撃値は大きく改善されている。

(2) 結晶粒度

結晶粒度は2次焼入れ温度が、浸炭窒化処理時の焼入れ(1次焼入れ)の温度より低い場合、すなわち試料B～Dの場合、旧オーステナイト粒は、結晶粒度番号11～12と顯著に微細化されている。試料EおよびFならびに従来浸炭窒化処理品および普通焼入品の旧オーステナイト粒は、結晶粒度番号10であり、本発明例の試料B～Dより粗大な結晶粒となっている。

(3) シャルピー衝撃試験

表1によれば、従来浸炭窒化処理品のシャルピー衝撃値は5.33 J/cm²であるのに比して、本発明例の試料B～Dのシャルピー衝撃値は6.30～6.65 J/cm²と高い値が得られている。この中でも、2次焼入れ温度が低いほうがシャルピー衝撃値が高くなる傾向を示す。普通焼入品のシャルピー衝撃値は6.70 J/cm²と高い。

(4) 破壊応力値の測定

上記破壊応力値は、耐割れ強度に相当する。表1によれば、従来浸炭窒化処理品は2330 MPaの破壊応力値となっている。これに比して、試料B～Dの破壊応力値は2650～2840 MPaと改善された値が得られる。普通焼入品の破壊応力値は2770 MPaであり、試料B～Fの破壊応力値と同等である。このような、試料B～Dの改良された耐割れ強度は、旧オーステナイト結晶粒の微細化と並んで、水素含有率の低減による効果が大きいと推定される。

(5) 転動疲労試験

表1によれば、普通焼入品は窒素富化層を表層部に有しないことを反映して、転動疲労寿命 τ_{10} は最も低い。これに比して従来浸炭窒化処理品の転動疲労寿命は3.1倍となる。試料B～Dの転動疲労寿命は従来浸炭窒化処理品より大幅に向上する。本発明の試料E, Fは、従来浸炭窒化処理品とほぼ同等である。

【0084】

上記をまとめると、本発明例の試料B～Dは、水素含有率が低下し、旧オーステナイト結晶粒度が11番以上に微細化され、シャルピー衝撃値、耐割れ強度および転動疲労寿命も改善される。

【0085】

(実施例2)

次に実施例2について説明する。下記のX材、Y材およびZ材について、一連の試験を行なった。熱処理用素材には、JIS規格SUJ2材(1.0重量%C-0.25重量%Si-0.4重量%Mn-1.5重量%Cr)を用い、X材～Z材に共通とした。X材～Z材の製造履歴は次のとおりである。

(X材：比較例)：普通焼入れのみ(浸炭窒化処理せず)。

(Y材：比較例)：浸炭窒化処理後にそのまま焼き入れる(従来の浸炭窒化焼入れ)。浸炭窒化処理温度845°C、保持時間150分間。浸炭窒化処理の雰囲気は、RXガス+アンモニアガスとした。

(Z材：本発明例)：図4の熱処理パターンを施した軸受鋼。浸炭窒化処理温度845°C、保持時間150分間。浸炭窒化処理の雰囲気は、RXガス+アンモニアガスとした。最終焼入れ温度は800°Cとした。

(1) 転動疲労寿命

転動疲労寿命試験の試験条件および試験装置は、上述したように、表2および図12に示すとおりである。この転動疲労寿命試験結果を表3に示す。

【0086】

【表2】

試験片	Φ12×L22 円筒試験片
試験数	10個
相手鋼球	3/4"(19.05mm)
接触面圧	5.88GPa
負荷速度	46240cpm
潤滑油	ターピンVG68 強制循環給油

【0087】

【表3】

材質	寿命(負荷回数)		L ₁₀ の比
	L ₁₀ (×10 ⁴ 回)	L ₁₀ (×10 ⁴ 回)	
X材	8017	18648	1.0
Y材	24656	33974	3.1
Z材	43244	69031	5.4

【0088】

表3によれば、比較例のY材は、同じく比較例で普通焼入れのみを施したX材のL₁₀寿命(試験片10個中1個が破損する寿命)の3.1倍を示し、浸炭窒化処理による長寿命化の効果が認められる。これに対して、本発明例のZ材は、Y材の1.74倍、またX材の5.4倍の長寿命を示している。この改良の主因はミクロ組織の微細化によるものと考えられる。

(2) シャルピー衝撃試験

シャルピー衝撃試験は、Uノッチ試験片を用いて、上述のJISZ2242に準じた方法により行なった。試験結果を表4に示す。

【0089】

【表4】

材質	シャルピー衝撃値 (J/cm ²)	衝撃値の比
X材	6.7	1.0
Y材	5.3	0.8
Z材	6.7	1.0

【0090】

浸炭窒化処理を行なったY材(比較例)のシャルピー衝撃値は、普通焼入れのX材(比較例)より高くなかったが、Z材はX材と同等の値が得られた。

(3) 静的破壊靭性値の試験

図13は、静的破壊靭性試験の試験片を示す図である。この試験片のノッチ部に、予き裂を約1mm導入した後に、3点曲げによる静的荷重を加え、破壊荷重Pを求めた。破壊靭性値(K_{IC}値)の算出には次に示す(I)式を用いた。また、試験結果を表5に示す。

$$K_{IC} = (PL\sqrt{a/BW^2}) \{ 5.8 - 9.2(a/W) + 43.6(a/W)^2 - 75.3(a/W)^3 + 77.5(a/W)^4 \} \dots (I)$$

【0091】

【表5】

材質	試験数	K _{IC} (MPa·√m)	K _{IC} の比
X材	3個	16.3	1.0
Y材	3個	16.1	1.0
Z材	3個	18.9	1.2

【0092】

予め導入した亀裂深さが窒素富化層深さよりも大きくなつたため、比較例のX材とY材とに違いはない。しかし、本発明例のZ材は比較例に対して約1.2倍の値を得ることができた。

(4) 静圧壊強度試験(破壊応力値の測定)

静圧壊強度試験片は、上述のように図11に示す形状のものを用いた。図中、P方向に荷重を負荷して、静圧壊強度試験を行なつた。試験結果を表6に示す。

【0093】

【表6】

材質	試験数	静圧壊強度(kgf)	静圧壊強度の比
X材	3個	4200	1.00
Y材	3個	3500	0.84
Z材	3個	4300	1.03

【0094】

浸炭窒化処理を行なつているY材は普通焼入れのX材よりもやや低い値である。しかしながら、本発明のZ材は、Y材よりも静圧壊強度が向上し、X材と遜色ないレベルが得られている。

(5) 経年寸法変化率

保持温度130°C、保持時間500時間における経年寸法変化率の測定結果を、表面硬

度、残留オーステナイト量(0.1mm深さ)と併せて表7に示す。

【0095】

【表7】

材質	試験数	表面硬度(HRC)	残留ア量(体積%)	寸法変化率($\times 10^{-5}$)	寸法変化率の比*
X材	3個	62.5	9.0	18	1.0
Y材	3個	63.6	28.0	35	1.9
Z材	3個	60.0	11.3	22	1.2

*: 小さい方が優れている

【0096】

残留オーステナイト量の多いY材の寸法変化率に比べて、本発明例のZ材は2分の1以下に抑制されていることがわかる。

(6) 異物混入潤滑下における寿命試験

玉軸受6206を用い、標準異物を所定量混入させた異物混入潤滑下での転動疲労寿命を評価した。試験条件を表8に、また試験結果を表9に示す。

【0097】

【表8】

荷重	Fr=6.86kN
接触面圧	Pmax=3.2Gpa
回転速度	2000rpm
潤滑	タービン56 油浴給油
異物量	0.4g/1000cc
異物	粒径100~180μm、硬さHv800

【0098】

【表9】

材質	L ₁₀ 寿命(h)	L ₁₀ 寿命の比
X材	20.0	1.0
Y材	50.2	2.5
Z材	74.0	3.7

【0099】

X材に比べ、従来の浸炭窒化処理を施したY材は約2.5倍の長寿命が得られた。また、本発明例のZ材は約3.7倍の長寿命が得られた。本発明例のZ材は、比較例のY材に比べて残留オーステナイトが少ないものの、窒素の侵入と微細化されたミクロ組織の影響でY材以上の長寿命が得られている。

【0100】

上記の結果より、本発明例のZ材、すなわち本発明の熱処理方法によって製造された軸受部品は、従来の浸炭窒化処理では困難であった転動疲労寿命の長寿命化、割れ強度の向上、経年寸法変化率の低減の3項目を同時に満足することができることがわかった。

【0101】

実施の形態1においては、内方部材1に車輪取付けフランジ8を設けた車輪軸受装置10の場合について示したが、本発明は、たとえば図14のように、外方部材4に車輪取付けフランジ8を設けた車輪軸受装置10にも適応可能である。

【0102】

今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内のすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【0103】

【図1】本発明の実施の形態1における車輪軸受装置を示す概略断面図である。

【図2】図1の要部拡大図である。

【図3】本発明の実施の形態1における熱処理方法を説明する図である。

【図4】本発明の実施の形態1における熱処理方法の変形例を説明する図である。

【図5】車輪軸受装置における部材のミクロ組織、とくに旧オーステナイト粒を示す図である。(a)は本発明例の軸受部品であり、(b)は従来の軸受部品である。

【図6】(a)は図5(a)を図解した旧オーステナイト粒界を示し、(b)は図5(b)を図解した旧オーステナイト粒界を示す。

【図7】本発明の実施の形態2における車輪軸受装置を示す概略断面図である。

【図8】本発明の実施の形態3における車輪軸受装置の一部を示す概略断面図である。

【図9】本発明の実施の形態4における車輪軸受装置を示す概略断面図である。

【図10】本発明の実施の形態5における車輪軸受装置の一部を示す概略断面図である。

【図11】静圧壊強度試験(破壊応力値の測定)の試験片を示す図である。

【図12】転動疲労寿命試験機の概略図である。(a)は正面図であり、(b)は側面図である。

【図13】静的破壊韌性試験の試験片を示す図である。

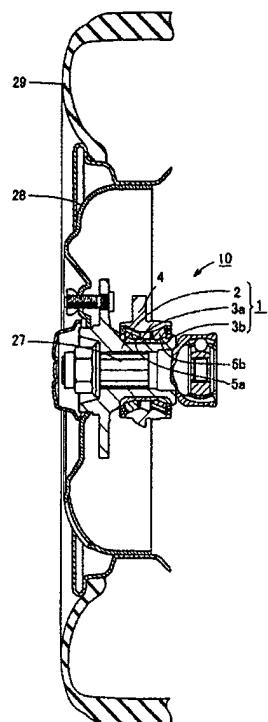
【図14】本発明の他の実施の形態における車輪軸受装置を示す概略断面図である。

【符号の説明】

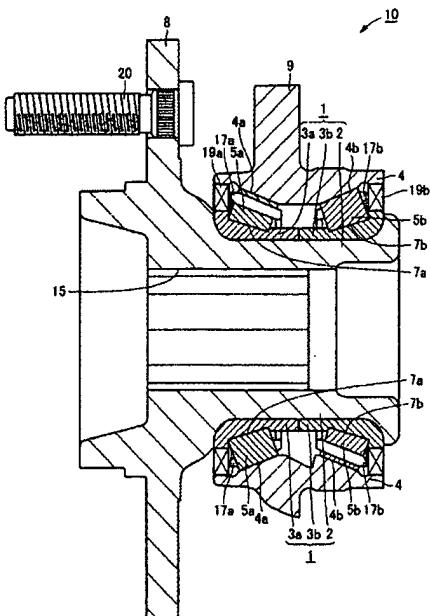
【0104】

1 内方部材、2 ハブ輪、3 a, 3 b 内輪、4 外方部材、4 a, 4 b, 7 a, 7 b 転走面、5 a, 5 b 円すいころ、5 c, 5 d 玉、8 車輪取付けフランジ、9 車体取付けフランジ、10 車輪軸受装置、11 駆動ロール、12 案内ロール、13 (3/4)" ポール、14 外輪、15 スプライン孔、17 a, 17 b 保持器、19 a, 19 b シールリング、20 ハブボルト、21 転動疲労寿命試験片、27 ステム軸、28 ホイール、29 タイヤ、T₁ 浸炭窒化処理温度、T₂ 焼入れ加熱温度。

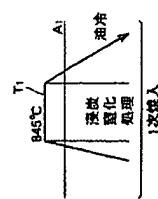
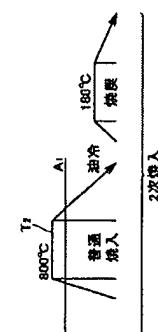
【図1】



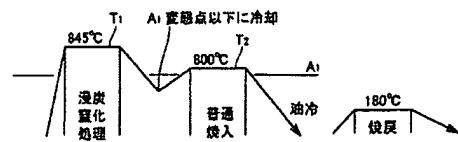
【図2】



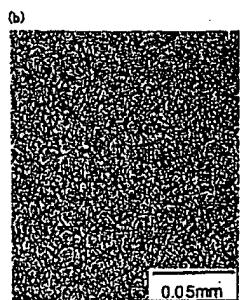
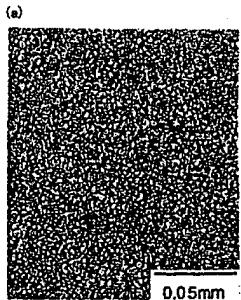
【図3】



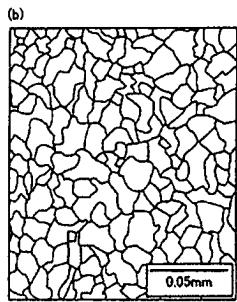
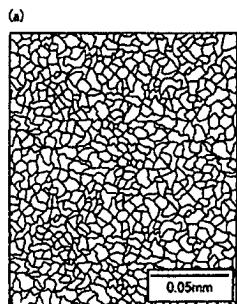
【図4】



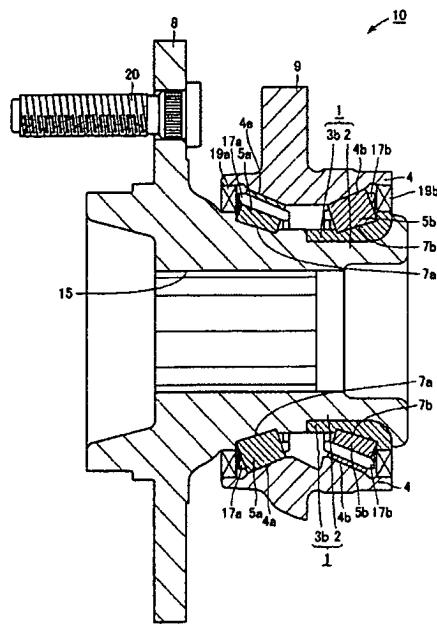
【図5】



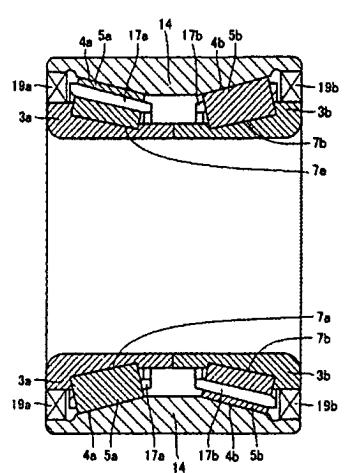
【図6】



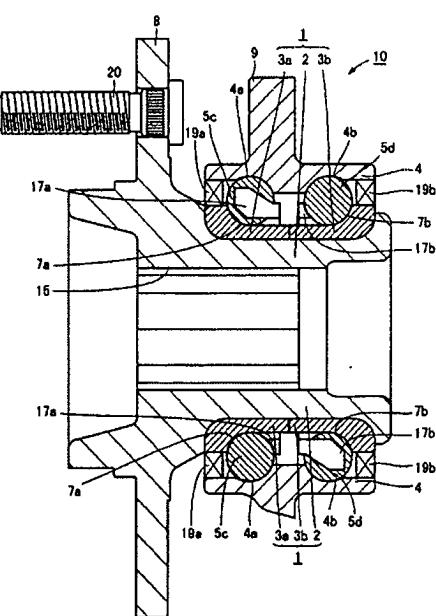
【図7】



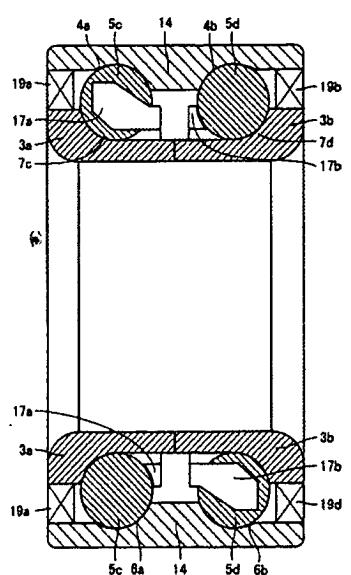
【図8】



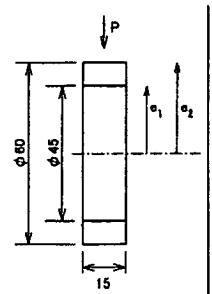
【図9】



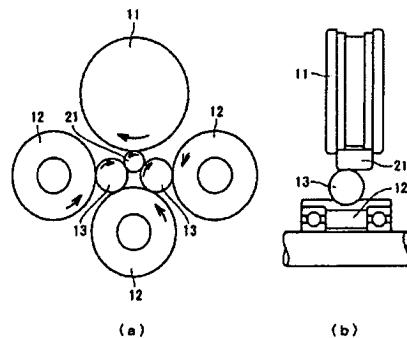
【図10】



【図11】



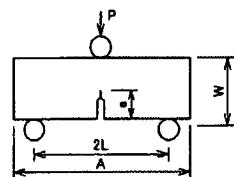
【図12】



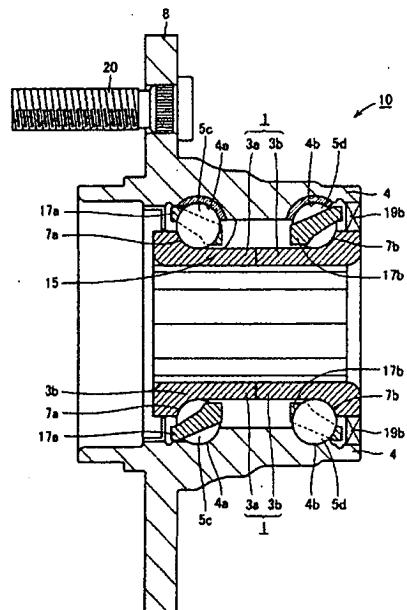
(a)

(b)

【図13】



【図14】



(51)Int.Cl.7

F 1 6 C 33/36

F 1 6 C 33/62

F I

F 1 6 C 33/36

F 1 6 C 33/62

テーマコード(参考)

(74)代理人 100111936

弁理士 渡辺 征一

(72)発明者 船橋 英治

静岡県磐田市東貝塚1578番地 N T N 株式会社内

(72)発明者 品川 日出男

静岡県磐田市東貝塚1578番地 N T N 株式会社内

(72)発明者 大木 力

三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 N T N 株式会社内

F ターム(参考) 3J101 AA02 AA16 AA32 AA43 AA54 AA62 BA10 BA53 BA54 BA70

DA02 EA03 FA35 GA03